

流水に起因した力学的摩耗作用に関する基礎的研究 Fundamental study on mechanical abrasion by flowing water

○上野和広*, 長束勇**, 石井将幸**, 野中資博**

UENO Kazuhiro*, NATSUKA Isamu**, ISHII Masayuki** and NONAKA Tsuguhiro**

1. はじめに

流水環境下で供用される水利構造物は、流水および混入土砂による力学的摩耗作用を受ける。これは、すり磨き作用あるいは衝撃的摩耗作用により摩耗が進行する現象であり、部材の断面縮小を伴うことから構造機能が低下する。また、施設の構成材料がコンクリートであった場合、その摩耗現象は比較的脆弱なモルタル部分で顕著となり、粗骨材が露出する選択的摩耗といった形態で摩耗が進行する。そのため、躯体表面が凸凹になることから粗度係数が上昇し、農業用水路など流水の円滑な流下が求められる施設では要求される水理性能を満足できなくなり、水利用上の不具合となる場合がある。したがって、流水環境下で供用される各種材料は耐選択的摩耗性について十分に評価した上で適用される必要がある。しかし、現段階において選択的摩耗に対する評価手法は未だ確立されるに至っておらず、早急に評価手法を確立することが求められている¹⁾。

そこで本研究では、流水および混入土砂に起因した摩耗状況を擬似可能な選択的摩耗試験機を試作し、選択的摩耗の評価手法確立へ向け検討を行った。

2. 選択的摩耗試験機の概要および試験条件

試作した選択的摩耗試験機は、粒径 0.61~1.18mm 程度の珪砂を水中で攪拌させた状態で供試体へ噴射する機能を有しており、土砂が混入した流水による摩耗状況を擬似している。供試体は図-1 に示す回転ドラムに取付け

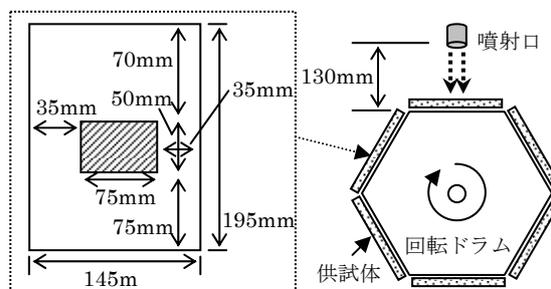


図-1 測定範囲および供試体設置状況
Measurement area and set position

表-1 コンクリート供試体の配合
Mix proportion of concrete

セメント (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	細骨材 (kg/m ³)	粗骨材 (kg/m ³)
368	160	755	1073

られた後、上部に設置された噴射口からの圧力水（圧力約 2.0MPa, 水量約 88.9ℓ/min）により約 35~50mm 幅で摩耗作用を受ける。

次に、今回実施した試験条件について以下に示す。試験には材齢が 28 日以上経過したモルタルおよびコンクリート供試体をそれぞれ 3 体使用した。モルタルの配合は、セメント：水：細骨材が質量比で 1：0.5：3 であり、コンクリートの配合は、表-1 に示すとおりである。試験機へ投入する珪砂は 3ℓ（試験機内水量：280ℓ）、回転ドラムの回転数は 30rpm とした。レーザー変位計を 2 体（KEYENCE, LK-G155：横方向用, LK-G150：摩耗深さ方向用）を使用することにより、摩耗面の表面形状を計測し、その経時変化から摩耗量を算出した。測定範囲は、図-1 左図の斜線部分において供試体長辺方向へ 10mm 間隔である。

*島根大学大学院生物資源科学研究科, Graduate school of Life and Environmental Science, Shimane University, **島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University,
キーワード：流水, 選択的摩耗, 粗骨材

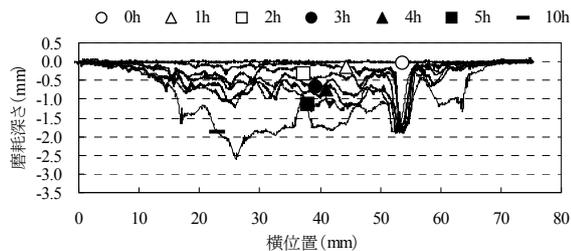


図-2 モルタル供試体の磨耗状況
State of abrasion in mortar

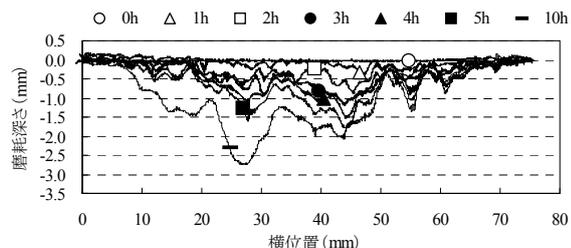


図-3 コンクリート供試体の磨耗状況
State of abrasion in concrete

3. 結果と考察

図-2 および図-3 に供試体表面形状の経時変化の一例を示す。なお、図-2 の横位置約 52mm 付近において、磨耗時間 0h から 1h の間で急激に磨耗が進行した箇所を確認できるが、これは供試体表面近傍に存在した気泡が磨耗の進行により顕在化したためと考えられる。両供試体ともに磨耗時間の経過に伴って磨耗が進行しており、10 時間後にはモルタル供試体で約 2.5mm、コンクリート供試体で約 2.7mm の磨耗深さに達している。両供試体間の磨耗状況に顕著な相違は見られず、粗骨材の有無による影響を確認することはできないが、粗骨材の粒径（最大寸法 20mm）と比較して磨耗深さが小さいことを踏まえると、この磨耗段階ではその影響が顕在化していないと考えられる。

また、図-4 に最大磨耗深さの経時変化を示す。なお、図上部に示した記号は、M がモルタル供試体を、C がコンクリート供試体を示している。磨耗時間の経過とともに各供試体の最大磨耗深さは深くなっており、10 時間後における最大値はモルタル供試体で約 2.5mm、コンクリート供試体で約 3.4mm であった。ま

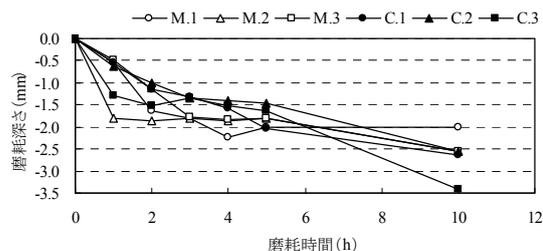


図-4 最大磨耗深さの経時変化
Progress of maximum abrasion depth

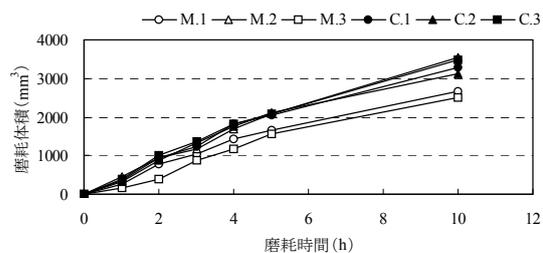


図-5 磨耗体積の経時変化
Progress of abrasion volume

た、磨耗深さの増加傾向を見ると、急激な増加を示す箇所と鈍化する箇所を確認することができるが、これは気泡等の局所的な凹部の出現によるものと考えられる。

さらに、磨耗作用により失われた磨耗体積の経時変化を図-5 に示す。ここで、磨耗体積は図-1 における測定範囲内での値であるため、供試体の表面積 $3,750\text{mm}^2$ に対する磨耗体積である。両供試体ともに磨耗時間の経過に伴って磨耗体積は増加しており、10 時間後における最大値は両供試体ともに約 $3,500\text{mm}^3$ であった。磨耗体積は磨耗深さと異なり、比較的線形に近い増加傾向を示している。

4. まとめと今後の課題

本研究では、モルタルおよびコンクリート供試体を用いて選択的磨耗試験を実施した。しかし、磨耗時間が十分ではなく、未だ粗骨材の有無による影響を評価するに至っていない。今後はさらに試験を継続し、その影響を明らかにしたいと考えている。

参考文献

- 1) 長束 勇, 甲本達也, 青山咸康, 野中資博, 服部九二雄: 農業水利コンクリート構造物の更新と維持管理, 農土誌 70(12), 3~6(2002)